

PCT/JP2004/008212

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

15. 6. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

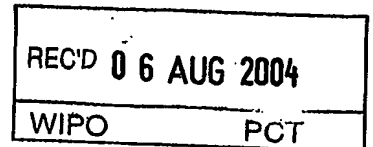
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 6月11日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-167074

[ST. 10/C]: [JP2003-167074]

出 願 人
Applicant(s): 石川島播磨重工業株式会社
三菱電機株式会社

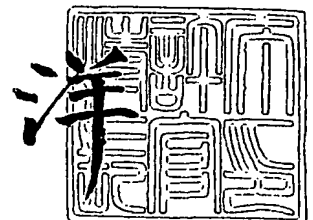


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2004年 7月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特2004-3063797



【書類名】 特許願

【整理番号】 SA2-0331

【提出日】 平成15年 6月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23K 9/04

【発明の名称】 機械部品の修理方法及び機械部品の製造方法

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市向台町3丁目5番1号 石川島播磨重工業株式会社 田無工場内

【氏名】 落合 宏行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西東京市向台町3丁目5番1号 石川島播磨重工業株式会社 田無工場内

【氏名】 渡辺 光敏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都西多摩郡瑞穂町殿ヶ谷229 石川島播磨重工業株式会社 瑞穂工場内

【氏名】 ト部 健人

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社 社内

【氏名】 後藤 昭弘

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社 社内

【氏名】 秋吉 雅夫

【特許出願人】

【識別番号】 000000099

【氏名又は名称】 石川島播磨重工業株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩△崎▽ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0115289

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 機械部品の修理方法及び機械部品の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導電性を有した機械部品の被修理部を修理するための機械部品の修理方法において、

前記機械部品の被修理部に生じた欠陥を除去する欠陥除去工程と、

前記欠陥除去工程が終了した後に、微粉末状の金属、或いは微粉末状の金属と微粉末状のセラミックスとの混合材を圧縮成形してなる圧粉体電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記機械部品の前記欠陥を除去した欠陥除去部と前記圧粉体電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記機械部品の前記欠陥除去部に前記圧粉体電極の電極材料を堆積させて、ポーラスな肉盛層を形成するポーラスな肉盛層形成工程と、

前記ポーラスな肉盛層形成工程が終了した後に、前記ポーラスな肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行う寸法仕上げ工程と、

を具備してなることを特徴とする機械部品の修理方法。

【請求項 2】 前記寸法仕上げ工程は、耐消耗性を有した加工用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記ポーラスな肉盛層と前記加工用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記ポーラスな肉盛層の表側を溶融除去して、前記ポーラスな肉盛層の表側に高密度状の薄膜を形成しつつ、前記ポーラスな肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行うことを特徴とする請求項 1 に記載の機械部品の修理方法。

【請求項 3】 前記欠陥除去工程は、耐消耗性を有した加工用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記加工用電極と前記機械部品の被修理部との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記機械部品の被修理部の欠陥を除去することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の機械部品の修理方法。

【請求項 4】 前記欠陥除去工程が終了した後に、前記圧粉体電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記機械部品の前記欠陥除去部と前記圧粉体電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーに

よって前記機械部品の前記欠陥除去部に前記圧粉体電極の電極材料を堆積させて、ポーラスな薄膜を形成する薄膜形成工程と、

前記薄膜形成工程が終了した後であって前記ポーラスな肉盛層形成工程を開始する前に、耐消耗性を有した加工用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記ポーラスな薄膜と前記加工用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、前記ポーラスな薄膜を溶融して、高密度状の薄膜に変化させる薄膜変化工程と、

を具備してなることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれかの請求項に記載の機械部品の修理方法。

【請求項 5】 前記寸法仕上げ工程が終了した後に、アブレイシブ堆積用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記ポーラスな肉盛層と前記アブレイシブ堆積用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記ポーラスな肉盛層の表側に前記アブレイシブ堆積用電極の電極材料を堆積させて、アブレイシブ性を有したアブレイシブ薄膜を形成するアブレイシブ薄膜形成工程を具備してなることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のうちのいずれかの請求項に記載の機械部品の修理方法。

【請求項 6】 前記機械部品はガスタービンエンジンのエンジン部品であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のうちのいずれかの請求項に記載の機械部品の修理方法。

【請求項 7】 導電性を有した部品ベースと、この部品ベースの被処理部に形成されたポーラスな肉盛層とを備えた機械部品を製造するための機械部品の製造方法において、

微粉末状の金属、或いは微粉末状の金属と微粉末状のセラミックスとの混合材を圧縮成形してなる圧粉体電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記部品ベースの被処理部と前記圧粉体電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記部品ベースの被処理部に前記圧粉体電極の電極材料を堆積させて、前記ポーラスな肉盛層を形成するポーラスな肉盛層形成工程と、

前記ポーラスな肉盛層形成工程が終了した後に、前記ポーラスな肉盛層の厚さ

が所定の厚さになるように寸法仕上げを行う寸法仕上げ工程と、
を具備してなることを特徴とする機械部品の製造方法。

【請求項 8】 前記ポーラスな肉盛層形成工程を開始する前に、鍛造又は casting によって前記部品ベースの大部分を成型し、機械加工によって前記部品ベースの残りの部分を形成する部品ベース成形工程とを具備してなることを特徴とする請求項 7 に記載の機械部品の製造方法。

【請求項 9】 前記寸法仕上げ工程は、耐消耗性を有した加工用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記ポーラスな肉盛層と前記加工用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記ポーラスな肉盛層の表側を熔融除去して、前記ポーラスな肉盛層の表側に高密度状の薄膜を形成しつつ、前記ポーラスな肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行うことを特徴とする請求項 7 又は請求項 8 に記載の機械部品の製造方法。

【請求項 10】 前記ポーラスな肉盛層成形工程を開始する前に、電気絶縁性のある液中又は気中において前記部品ベースの被処理部と前記堆積用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記部品ベースの被処理部に前記電極材料を堆積させて、ポーラスな薄膜を形成する薄膜形成工程と、

前記薄膜形成工程が終了した後であって前記ポーラスな肉盛層形成工程が終了する前に、耐消耗性を有した加工用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記ポーラスな薄膜と前記加工用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記ポーラスな薄膜を熔融して、高密度状の薄膜に変化させる薄膜変換工程と、

を具備してなることを特徴とする請求項 7 から請求項 9 のうちのいずれかの請求項に記載の機械部品の製造方法。

【請求項 11】 前記寸法仕上げ工程が終了した後に、アブレイシブ堆積用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記ポーラスな肉盛層と前記アブレイシブ堆積用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記ポーラスな肉盛層の表側に前記アブレイシブ堆積用

電極の電極材料を堆積させて、アブレイシブ性を有したアブレイシブ薄膜を形成するアブレイシブ薄膜形成工程を具備してなることを特徴とする請求項7から請求項10のうちのいずれかの請求項に記載の機械部品の製造方法。

【請求項12】 前記機械部品はガスタービンエンジンのエンジン部品であることを特徴とする請求項7から請求項11のうちのいずれかの請求項に記載の機械部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、導電性を有した機械部品（例えばガスタービンエンジンのタービン動翼等）の被修理部を修理するための機械部品の修理方法、及び機械部品（例えばガスタービンエンジンのタービン動翼等）を製造するための機械部品の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、高価な機械部品については寿命に達するまで種々の修理が行われ、例えば、ガスタービンエンジンにおけるタービン動翼のチップ部分（被修理部）の修理は、次のように行われる。

【0003】

即ち、研削加工によって前記タービン動翼のチップ部分に生じたの欠陥（摩耗、クラック等）を除去する。次に、肉盛溶接によって前記タービン動翼のチップ部分にポーラスな肉盛層を形成する。そして、研削加工によって前記ポーラスな肉盛層の厚さが所定の厚さになるように前記タービン動翼のチップ部分の寸法仕上げを行う。これにより、前記タービン動翼をチップ部分を修理して、前記タービン動翼を復元することができる。

【0004】

なお、本発明に関連する先行技術として特許文献1から特許文献5に示すものがある。

【0005】

【特許文献1】

特開 2000-71126 号公報

【0006】

【特許文献2】

特開平 5-141685 号公報

【0007】

【特許文献3】

特開平 7-187275 号公報

【0008】

【特許文献4】

特開平 8-257841 号公報

【0009】

【特許文献5】

特開平 8-300227 号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、前記機械部品の被修理部（例えば前記タービン動翼のチップ部分）の修理においては、肉盛溶接の溶接特性から前記ポーラスな肉盛層を形成する際に余肉が生じることが避けられない。そのため、前記機械部品の被修理部の修理には余肉の除去処理が加わって、前記機械部品の被修理部の修理に要する時間が長くなるという問題がある。

【0011】

また、肉盛溶接の際に生じる熱量は非常に大きく、例えば、前記タービン動翼のように、低い熱伝導率で延性の小さい材料により構成されている場合にあっては、前記ポーラスな肉盛層の形成後における急激な温度低下によって前記機械部品の被処理部分付近（被修理部を含む）に熱収縮割れが生じ易くなって、前記機械部品の被修理部の修理不良を招くという問題がある。

【0012】

そこで、本発明にあっては、肉盛溶接によることなく、前記ポーラスな肉盛層



を形成することを可能にした新規な機械部品の修理方法を提供することを第1の目的とし、更に、新規な機械部品の修理方法と共通の主要部を有する新規な機械部品の製造方法を提供することを第2の目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明にあっては、導電性を有した機械部品の被修理部を修理するための機械部品の修理方法において、

前記機械部品の被修理部に生じた欠陥を除去する欠陥除去工程と、

前記欠陥除去工程が終了した後に、微粉末状の金属、或いは微粉末状の金属と微粉末状のセラミックスとの混合材を圧縮成形してなる圧粉体電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記機械部品の前記欠陥を除去した欠陥除去部と前記圧粉体電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記機械部品の前記欠陥除去部に前記圧粉体電極の電極材料を堆積させて、ポーラスな肉盛層を形成するポーラスな肉盛層形成工程と、

前記ポーラスな肉盛層形成工程が終了した後に、前記ポーラスな肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行う寸法仕上げ工程と、

を具備してなることを特徴とする。

【0014】

ここで、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーは前記機械部品の被修理部の極めて小さい箇所に局所的に作用する。また、放電エネルギーによって形成した前記ポーラスな肉盛層と前記機械部品の被修理部の母材との境界部分は、傾斜合金特性を有してあって、前記ポーラスな肉盛層と前記機械部品の被修理部の母材とは強固に結合する。

【0015】

なお、「前記電極材料を堆積させて」には、前記電極材料を堆積させることの他に、放電エネルギーによって前記電極材料から生成した生成物を堆積させることも含まれる。

【0016】

請求項2に記載の発明にあっては、請求項1に記載の発明特定事項の他に、前

記寸法仕上げ工程は、耐消耗性を有した加工用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記ポーラスな肉盛層と前記加工用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記ポーラスな肉盛層の表側を熔融除去して、前記ポーラスな肉盛層の表側に高密度状の薄膜を形成しつつ、前記ポーラスな肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行うことを特徴とする。

【0017】

請求項3に記載の発明にあつては、請求項1又は請求項2に記載の発明特定事項の他に、前記欠陥除去工程は、耐消耗性を有した加工用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記加工用電極と前記機械部品の被修理部との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記機械部品の被修理部の欠陥を除去することを特徴とする。

【0018】

請求項4に記載の発明にあつては、請求項1から請求項3のうちのいずれかの請求項に記載の発明特定事項の他に、前記欠陥除去工程が終了した後に、前記圧粉体電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記機械部品の前記欠陥除去部と前記圧粉体電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記機械部品の前記欠陥除去部に前記圧粉体電極の電極材料を堆積させて、ポーラスな薄膜を形成する薄膜形成工程と、

前記薄膜形成工程が終了した後であつて前記ポーラスな肉盛層形成工程を開始する前に、耐消耗性を有した加工用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記ポーラスな薄膜と前記加工用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、前記ポーラスな薄膜を熔融して、高密度状の薄膜に変化させる薄膜変化工程と、

を具備してなることを特徴とする。

【0019】

請求項5に記載の発明にあつては、請求項1から請求項4のうちのいずれかの請求項に記載の発明特定事項の他に、前記寸法仕上げ工程が終了した後に、アブレイシブ堆積用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記ポー

ラスな肉盛層と前記アブレイシブ堆積用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記ポーラスな肉盛層の表側に前記アブレイシブ堆積用電極の電極材料を堆積させて、アブレイシブ性を有したアブレイシブ薄膜を形成するアブレイシブ薄膜形成工程を具備してなることを特徴とする。

【0020】

なお、「アブレイシブ堆積用電極」には、高硬度・導電性を有する微粉末状の高硬度セラミックス、或いは微粉末状の金属と高硬度を有する微粉末状の高硬度セラミックスとの混合材を圧縮成形してなるアブレイシブ圧粉体電極の他に、固体のSi金属からなる電極を含まれる。また、高硬度・導電性を有する微粉末状の高硬度セラミックスは、表面処理を適宜に施してある。

【0021】

請求項6に記載の発明にあつては、請求項1から請求項4のうちのいずれかの請求項に記載の発明特定事項の他に、前記機械部品はガスタービンエンジンのエンジン部品であることを特徴とする。

【0022】

請求項7に記載の発明にあつては、導電性を有した部品ベースと、この部品ベースの被処理部に形成されたポーラスな肉盛層とを備えた機械部品を製造するための機械部品の製造方法において、

微粉末状の金属、或いは微粉末状の金属と微粉末状のセラミックスとの混合材を圧縮成形してなる圧粉体電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記部品ベースの被処理部と前記圧粉体電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記部品ベースの被処理部に前記圧粉体電極の電極材料を堆積させて、前記ポーラスな肉盛層を形成するポーラスな肉盛層形成工程と、

前記ポーラスな肉盛層形成工程が終了した後に、前記ポーラスな肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行う寸法仕上げ工程と、

を具備してなることを特徴とする。

【0023】



ここで、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーは前記機械部品の被処理部の極めて小さい箇所に局所的に作用する。また、放電エネルギーによって形成した前記ポーラスな肉盛層と前記機械部品の被処理部の母材との境界部分は、傾斜合金特性を有してあって、前記ポーラスな肉盛層と前記機械部品の被処理部の母材とは強固に結合する。

【0024】

なお、「機械部品」には、未使用の機械部品の他に、欠陥のある欠陥機械部品を復元した復元機械部品も含まれる。

【0025】

請求項 8 に記載の発明にあっては、請求項 7 に記載の発明特定事項の他に、前記ポーラスな肉盛層形成工程を開始する前に、鍛造又は鋳造によって前記部品ベースの大部分を成型し、機械加工によって前記部品ベースの残りの部分を形成する部品ベース成形工程とを具備してなることを特徴とする。

【0026】

請求項 9 に記載の発明にあっては、請求項 7 又は請求項 8 に記載の発明特定事項の他に、前記寸法仕上げ工程は、耐消耗性を有した加工用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記ポーラスな肉盛層と前記加工用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記ポーラスな肉盛層の表側を熔融除去して、前記ポーラスな肉盛層の表側に高密度状の薄膜を形成しつつ、前記ポーラスな肉盛層の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行うことを特徴とする。

【0027】

請求項 10 に記載の発明にあっては、請求項 7 から請求項 9 のうちのいずれかの請求項に記載の発明特定事項の他に、前記ポーラスな肉盛層形成工程を開始する前に、電気絶縁性のある液中又は気中において前記部品ベースの被処理部と前記堆積用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記部品ベースの被処理部に前記電極材料を堆積させて、ポーラスな薄膜を形成する薄膜形成工程と、

前記薄膜形成工程が終了した後であって前記ポーラスな肉盛層形成工程が終了

する前に、耐消耗性を有した加工用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記ポーラスな薄膜と前記加工用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記ポーラスな薄膜を溶融して、高密度状の薄膜に変化させる薄膜変化工程と、

を具備してなることを特徴とする。

【0028】

請求項11に記載の発明にあつては、請求項7から請求項10のうちのいずれかの請求項に記載の発明特定事項の他に、前記寸法仕上げ工程が終了した後に、アブレイシブ堆積用電極を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において前記ポーラスな肉盛層と前記アブレイシブ堆積用電極との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって前記ポーラスな肉盛層の表側に前記アブレイシブ堆積用電極の電極材料を堆積させて、アブレイシブ性を有したアブレイシブ薄膜を形成するアブレイシブ薄膜形成工程を具備してなることを特徴とする。

【0029】

なお、「アブレイシブ堆積用電極」には、高硬度・導電性を有する微粉末状の高硬度セラミックス、或いは微粉末状の金属と高硬度を有する微粉末状の高硬度セラミックスとの混合材を圧縮成形してなるアブレイシブ圧粉体電極の他に、固体のSi金属からなる電極が含まれる。また、高硬度・導電性を有する微粉末状の高硬度セラミックスは、表面処理を適宜に施してある。

【0030】

請求項12に記載の発明にあつては、請求項7から請求項11のうちのいずれかの請求項に記載の発明特定事項の他に、前記機械部品はガスタービンエンジンのエンジン部品であることを特徴とする。

【0031】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理方法（機械部品の修理方法の一例）、修理対象としてのタービン動翼、修理に用いられる放電加工機について図1から図4を参照して説明する。



【0032】

図1は、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理方法を説明する図であって、図2は、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理方法を説明する図であって、図3は、本発明の実施の形態に係わる放電加工機の模式図であって、図4(a)は、修理対象としてのタービン動翼の側面図であって、図4(b)は、修理対象としての別態様のタービン動翼の側面図である。

【0033】

まず、図4(a)に示すように、修理対象としての導電性を有したタービン動翼1は、翼3と、翼3の基端側に一体に形成されかつインナー流路面5sを有したプラットホーム5と、このプラットホーム5に一体に形成されかつタービンディスク(図示省略)に取付可能な翼根7とを備えている。ここで、タービン動翼1における翼3の先端部が被修理部になっている。

【0034】

また、図4(b)に示すように、修理対象としての導電性を有した別態様のタービン動翼9は、翼11と、この翼11の基端側に一体に形成されかつインナー流路面13sを有するプラットホーム13と、このプラットホーム13に一体に形成されかつタービンディスク(図示省略)に取付可能な翼根15と、翼11の先端側に一体に形成されかつアウター流路面17sを有したシュラウド17とを備えている。ここで、シュラウド17は一对のチップシール19を備えてあって、一对のチップシール19の先端部が被修理部になっている。

【0035】

次に、図3に示すように、本発明の実施の形態に係わる放電加工機21はベッド23を加工機ベースとしており、このベッド23にはテーブル25が設けられてあって、このテーブル25はX軸サーボモータ(図示省略)の駆動によってX軸方向(図3において左右方向)へ移動可能かつY軸サーボモータ(図示省略)の駆動によってY軸方向(図3において紙面に向かって表裏方向)へ移動可能である。

【0036】

テーブル25には加工油等の加工液Lを貯留する加工槽27が設けられており



、この加工槽 27 内には支持プレート 29 が設けられている。この支持プレート 29 にはタービン動翼 1（又は 9）を固定する動翼固定具 31 が設けられている。

【0037】

ベッド 23 の上方（図 3 において上方）には加工ヘッド 33 がコラム（図示省略）を介して設けられており、この加工ヘッド 33 は Z 軸サーボモータ（図示省略）の駆動によって Z 軸方向（図 3 において上下方向）へ移動可能である。加工ヘッド 33 には圧粉体電極 35 又はアブレイシブ堆積用電極 37 を交換可能に保持する第 1 電極保持部材 39 が設けられており、加工ヘッド 33 における第 1 電極保持部材 39 の近傍には加工用電極 41 を保持する第 2 電極保持部材 43 が設けられている。

【0038】

ここで、圧粉体電極 35 は、微末状の耐酸化合金（例えば NiCr, CoNiCrAlY 等のニッケル合金、コバルト合金）を圧縮成形してなるものであって、消耗性を有しており、アブレイシブ堆積用電極 37 は、微末状の耐酸化合金（例えば NiCr, CoNiCrAl 等）と微粉末状の高硬度セラミックス（例えば cBN, SiC, TiC, Cr₃C₂, WC, Al₂O₃, ZrO₂-Y 等）を混合して圧縮成形してなるものであって、消耗性を有している。また、加工用電極 41 は、例えば W 合金、銅合金又はグラファイト等によって構成され、耐消耗性を有している。更に、圧粉体電極 35、アブレイシブ堆積用電極 37、及び加工用電極 41 は、タービン動翼 1（又は 9）の被修理部の形状に対応する形状をそれぞれ呈している。

【0039】

また、第 1 電極保持部材 39、第 2 電極保持部材 43、及び動翼固定具 31 は共通の電源 45 に電氣的に接続されている。なお、第 1 電極保持部材 39 と第 2 電極保持部材 43 が個別の電源に電氣的に接続されるようにしても差し支えない。

【0040】

図 1 及び図 2 に示すように、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理



方法は、タービン動翼 1（又は 9）の被修理部を修理するための方法であって、以下のような①欠陥除去工程、②薄膜形成工程、③薄膜変化工程、④ポーラスな肉盛層形成工程、⑤寸法仕上げ工程、⑥アブレイシブ薄膜形成工程を具備している。

【0041】

① 欠陥除去工程

動翼固定具 31 によってタービン動翼 1 を固定することにより、タービン動翼 1 を加工槽 27 内の所定位置にセットする。次に、前記 X 軸サーボモータ、前記 Y 軸サーボモータの駆動によってテーブル 25 を X 軸方向、Y 軸方向（少なくともいずれかの方向）へ移動させることにより、タービン動翼 1 の被修理部（翼 3 の先端部）が加工用電極 41 に対向するようにタービン動翼 1 の位置決めを行う。そして、前記 Z 軸サーボモータの駆動によって加工用電極 41 を加工ヘッド 33 と一体的に Z 軸方向へ移動させつつ、電気絶縁性のある加工液 L 中においてタービン動翼 1 の被修理部と加工用電極 41 との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図 1（a）に示すように、放電エネルギーによってタービン動翼 1 の被修理部に生じた欠陥（摩耗、クラック等）を除去することができる。なお、図 1（a）中において、除去された部分は破線で示してある。

【0042】

② 薄膜形成工程

前記①欠陥除去工程が終了した後に、前記 X 軸サーボモータ、前記 Y 軸サーボモータの駆動によってテーブル 25 を X 軸方向、Y 軸方向（少なくとも X 軸方向）へ移動させることにより、タービン動翼 1 における前記欠陥を除去した欠陥除去部 S が圧粉体電極 35 に対向するようにタービン動翼 1 の位置決めを行う。そして、前記 Z 軸サーボモータの駆動によって圧粉体電極 35 を加工ヘッド 33 と一体的に Z 軸方向へ移動させつつ、電気絶縁性のある加工液 L 中においてタービン動翼 1 における欠陥除去部 S と圧粉体電極 35 との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図 1（b）に示すように、放電エネルギーによってタービン動翼 1 の被修理部に圧粉体電極 35 の電極材料を堆積させて、ポーラスな薄膜 47 を形成することができる。

【0043】

ここで、ポーラスな薄膜47とタービン動翼1（又は9）の被修理部の母材との境界部分は、傾斜合金特性を有してあって、ポーラスな薄膜47とタービン動翼1（又は9）の被修理部の母材は強固に結合する。

【0044】

③ 薄膜変化工程

前記②薄膜形成工程が終了した後に、前記X軸サーボモータ、前記Y軸サーボモータの駆動によってテーブル25をX軸方向、Y軸方向（少なくともX軸方向）へ移動させることにより、ポーラスな薄膜47が加工用電極41に対向するようにタービン動翼1の位置決めを行う。そして、前記Z軸サーボモータの駆動によって加工用電極41を加工ヘッド33と一体的にZ軸方向へ移動させつつ、電気絶縁性のある加工液L中においてポーラスな薄膜47と加工用電極41との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図1（c）に示すように、ポーラスな薄膜47を熔融して、高密度状の薄膜49に変化させることができる。

【0045】

④ ポーラスな肉盛層形成工程

前記③薄膜変化工程が終了した後に、前記X軸サーボモータ、前記Y軸サーボモータの駆動によってテーブル25をX軸方向、Y軸方向（少なくともX軸方向）へ移動させることにより、高密度状の薄膜49が圧粉体電極35に対向するようにタービン動翼1の位置決めを行う。そして、電気絶縁性のある加工液L中において高密度状の薄膜49と圧粉体電極35との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図2（a）に示すように、放電エネルギーによって高密度状の薄膜49に圧粉体電極35の電極材料を堆積させて、ポーラスな肉盛層51を形成することができる。

【0046】

ここで、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーはタービン動翼1（又は9）の被修理部の極めて小さい箇所に局所的に作用するものである。また、薄膜47を省略した場合におけるポーラスな肉盛層51とタービン動翼1（又は9）の被修理部の母材との境界部分は、傾斜合金特性を有してあって、ポ

ーラスな肉盛層 51 とタービン動翼 1 の母材は強固に結合する。

【0047】

⑤ 寸法仕上げ工程

前記④ポーラスな肉盛層形成工程が終了した後に、前記 X 軸サーボモータ、前記 Y 軸サーボモータの駆動によってテーブル 25 を X 軸方向、Y 軸方向（少なくとも X 軸方向）へ移動させることにより、ポーラスな肉盛層 51 が加工用電極 41 に対向するようにタービン動翼 1 の位置決めを行う。そして、前記 Z 軸サーボモータの駆動によって加工用電極 41 を加工ヘッド 33 と一体的に Z 軸方向へ移動させつつ、電気絶縁性のある加工液 L 中においてポーラスな肉盛層 51 と加工用電極 41 との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図 2（b）に示すように、放電エネルギーによってポーラスな肉盛層 51 の表側を熔融除去して、ポーラスな肉盛層 51 の表側に高密度状の薄膜 51a を形成しつつ、ポーラスな肉盛層 51 の厚さが所定の厚さになるようにタービン動翼 1 の被修理部の寸法仕上げを行うことができる。

【0048】

⑥ アブレイシブ薄膜形成工程

前記⑤寸法仕上げ工程が終了した後に、第 1 電極保持部材 39 から圧粉体電極 35 を取り外して、第 1 電極保持部材 39 によってアブレイシブ堆積用電極 37 を保持する。次に、前記 X 軸サーボモータ、前記 Y 軸サーボモータの駆動によってテーブル 25 を X 軸方向、Y 軸方向（少なくとも X 軸方向）へ移動させることにより、ポーラスな肉盛層 51 がアブレイシブ堆積用電極 37 に対向するようにタービン動翼 1 の位置決めを行う。そして、電気絶縁性のある加工液 L 中においてポーラスな肉盛層 51 とアブレイシブ堆積用電極 37 との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図 2（c）に示すように、放電エネルギーによって高密度状の薄膜 51a にアブレイシブ堆積用電極 37 の電極材料を堆積させて、アブレイシブ性を有したアブレイシブ薄膜 53 を形成することができる。

【0049】

これで、タービン動翼 1 の修理が終了する。

【0050】

なお、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理方法による修理は、修理対象がタービン動翼 1 からタービン動翼 9 に変更されても、同様の工程を経て行われる。また、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理方法における一連の工程の中から、前記②薄膜形成工程、前記③薄膜変化工程、前記⑥アブレイシブ薄膜形成工程の工程を省略することも可能である。

【0051】

以上の如き、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理方法によれば、圧粉体電極 35 とタービン動翼 1（又は 9）の被修理部との間に放電を発生させることにより、肉盛溶接によることなく、ポーラスな肉盛層 51 を形成することができるため、余肉の除去処理が不要になって、タービン動翼 1（又は 9）の被修理部の修理に要する時間を短くして、作業能率が向上する。特に、同一の放電加工機 21 の動作によって全ての修理工程（前記①欠陥除去工程から、前記②薄膜形成工程、前記③薄膜変化工程、前記④ポーラスな肉盛層形成工程、前記⑤寸法仕上げ工程、前記アブレイシブ薄膜形成工程）が進行するため、タービン動翼 1（又は 9）の被修理部の修理に要する時間がより一層短縮することができる。

【0052】

また、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーはタービン動翼 1（又は 9）の被修理部の極めて小さい箇所に局所的に作用するため、タービン動翼 1（又は 9）が低い熱伝導率で延性の小さい材料により構成されてあっても、ポーラスな肉盛層 51 の形成後における急激な温度低下によってタービン動翼 1（又は 9）の被修理部付近（被修理部を含む）に熱収縮割れが生じることがほとんどなくなって、タービン動翼 1（又は 9）の修理不良を抑制できる。

【0053】

更に、ポーラスな薄膜 47 とタービン動翼 1（又は 9）の被修理部の母材は強固に結合するため（薄膜 47 を省略した場合におけるポーラスな肉盛層 51 とタービン動翼 1（又は 9）の被修理部の母材は強固に結合するため）、ポーラスな薄膜 47 が変化した高密度状の薄膜 47、ポーラスな肉盛層 51 がタービン動翼 1（又は 9）の被修理部から剥離し難くなって、修理済みのタービン動翼 1（又は 9）の品質を安定させることができる。

【0054】

また、放電エネルギーによってタービン動翼1（又は9）の被修理部にポーラスな薄膜47を形成し、ポーラスな薄膜47を熔融して高密度状の薄膜49に変化させると共に、放電エネルギーによってポーラスな肉盛層51の表側を熔融除去して、ポーラスな肉盛層51の表側に高密度状の薄膜51aを形成しているため、ポーラスな肉盛層51の表側及び裏側の通気性をなくして、修理済みのタービン動翼1（又は9）の耐酸化性を高めて、修理済みのタービン動翼1（又は9）の品質を向上させることができる。

【0055】

更に、放電エネルギーによってポーラスな肉盛層51の表側にアブレイシブ性を有したアブレイシブ薄膜53を形成しているため、修理済みのタービン動翼1（又は9）の耐摩耗性を高めて、修理済みのタービン動翼1（又は9）の品質を更に向上させることができる。

【0056】

また、修理済みのタービン動翼1（又は9）を使用した場合に、タービン動翼1（又は9）の被修理部とアブレイシブ薄膜53との熱膨張差が生じて、ポーラスな肉盛層51によってアブレイシブ薄膜53の割れが抑制されると共に、仮にアブレイシブ薄膜53の割れが生じて、アブレイシブ薄膜53の割れがタービン動翼1（又は9）の被修理部にまで拡大することを防ぐことができる。

【0057】

次に、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の製造方法（機械部品の製造方法の一例）、製造対象としてのタービン動翼について図5から図7を参照して説明する。

【0058】

図5は、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の製造方法を説明する図であって、図6は、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の製造方法を説明する図であって、図7（a）は、製造対象としてのタービン動翼の側面図であって、図7（b）は、製造対象としての別態様のタービン動翼の側面図である。

【0059】

まず、図 7 (a) に示すように、製造対象としてのタービン動翼 55 は、導電性を有した動翼ベース 57 と、この動翼ベース 57 の被処理部に形成されたポーラスな肉盛層 59 とを備えている。更に、動翼ベース 57 は、翼 61 と、翼 61 の基端側に一体に形成されかつインナー流路面 63s を有したプラットホーム 63 と、このプラットホーム 63 に一体に形成されかつタービンディスク (図示省略) に取付可能な翼根 65 とを備えている。ここで、動翼ベース 57 における翼 61 の先端部が被処理部になっている。

【0060】

また、図 7 (b) に示すように、製造対象としての別態様のタービン動翼 67 は、導電性を有した動翼ベース 69 と、この動翼ベース 69 の一对の被処理部にそれぞれ形成された一对のポーラスな肉盛層 71 とを備えている。更に、動翼ベース 69 は、翼 73 と、翼 73 の基端側に一体に形成されかつインナー流路面 75s を有するプラットホーム 75 と、このプラットホーム 75 に一体に形成されかつタービンディスク (図示省略) に取付可能な翼根 77 と、翼 73 の先端側に一体に形成されかつアウター流路面 79s を有したシュラウド 79 とを備えている。ここで、シュラウド 79 は一对のチップシール 81 を備えてあって、一对のチップシール 81 の先端部が被処理部になっている。

【0061】

図 5 及び図 6 に示すように、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の製造方法は、タービン動翼 55 (又は 67) を製造するための方法であって、以下のような I 動翼ベース成形工程 (部品ベース成形工程)、II 薄膜形成工程、III 薄膜変化工程、IV ポーラスな肉盛層形成工程、V 寸法仕上げ工程、VI アブレイシブ薄膜形成工程を具備している。なお、タービン動翼の製造方法においても図 3 に示す放電加工機 21 を用いる。

【0062】

I 動翼ベース成形工程 (部品ベース成形工程)

図 5 (a) に示すように、鍛造又は鋳造によって動翼ベース 57 の大部分を成型する。そして、研削加工等の機械加工によって動翼ベース 57 の残りの部分 (例えば翼根 65 の外形部分) を形成する。更に、動翼ベース 57 における翼 61



の先端部以外の部分に対しアルミナイズ・コーティングのような耐酸化コーティングを行うこともある。

【0063】

II 薄膜形成工程

前記I動翼ベース成形工程が終了した後に、動翼固定具31によって動翼ベース57を固定することにより、動翼ベース57を加工槽27内の所定位置にセットする。次に、前記X軸サーボモータ、前記Y軸サーボモータの駆動によってテーブル25をX軸方向、Y軸方向（少なくともいずれかの方向）へ移動させることにより、動翼ベース57の被処理部が圧粉体電極35に対向するように動翼ベース57の位置決めを行う。そして、前記Z軸サーボモータの駆動によって圧粉体電極35を加工ヘッド33と一体的にZ軸方向へ移動させつつ、電気絶縁性のある加工液L中において圧粉体電極35と動翼ベース57の被処理部との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図5（b）に示すように、放電エネルギーによって動翼ベース57の被処理部に圧粉体電極35の電極材料を堆積させて、ポーラスな薄膜83を形成することができる。

【0064】

ここで、ポーラスな薄膜83と動翼ベース57の母材との境界部分は、傾斜合金特性を有してあって、ポーラスな薄膜83と動翼ベース57の母材は強固に結合する。

【0065】

III 薄膜変化工程

前記II薄膜形成工程が終了した後に、前記X軸サーボモータ、前記Y軸サーボモータの駆動によってテーブル25をX軸方向、Y軸方向（少なくともX軸方向）へ移動させることにより、ポーラスな薄膜83が加工用電極41に対向するように動翼ベース57の位置決めを行う。そして、前記Z軸サーボモータの駆動によって加工用電極41を加工ヘッド33と一体的にZ軸方向へ移動させつつ、電気絶縁性のある加工液L中においてポーラスな薄膜83と加工用電極41との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図5（c）に示すように、ポーラスな薄膜83を熔融して、高密度状の薄膜85に変化させることができる。

【0066】

IV ポーラスな肉盛層形成工程

前記III薄膜変化工程が終了した後に、前記X軸サーボモータ、前記Y軸サーボモータの駆動によってテーブル25をX軸方向、Y軸方向（少なくともX軸方向）へ移動させることにより、高密度状の薄膜85が圧粉体電極35に対向するように動翼ベース57の位置決めを行う。そして、前記Z軸サーボモータの駆動によって圧粉体電極35を加工ヘッド33と一体的にZ軸方向へ移動させつつ、電気絶縁性のある加工液L中において高密度状の薄膜85と圧粉体電極35との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図6（a）に示すように、放電エネルギーによって高密度状の薄膜85に圧粉体電極35の電極材料を堆積させて、ポーラスな肉盛層59を形成することができる。

【0067】

ここで、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーは動翼ベース57の被処理部の極めて小さい箇所に局所的に作用するものである。また、薄膜83を省略した場合におけるポーラスな肉盛層59と動翼ベース57の母材との境界部分は、傾斜合金特性を有してあって、ポーラスな肉盛層59と動翼ベース57の母材は強固に結合する。

【0068】

V 寸法仕上げ工程

前記IVポーラスな肉盛層形成工程が終了した後に、前記X軸サーボモータ、前記Y軸サーボモータの駆動によってテーブル25をX軸方向、Y軸方向（少なくともX軸方向）へ移動させることにより、ポーラスな肉盛層59が加工用電極41に対向するように動翼ベース57の位置決めを行う。そして、前記Z軸サーボモータの駆動によって加工用電極41を加工ヘッド33と一体的にZ軸方向へ移動させつつ、電気絶縁性のある加工液L中においてポーラスな肉盛層59と加工用電極41との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図6（b）に示すように、放電エネルギーによってポーラスな肉盛層59の表側を熔融除去して、ポーラスな肉盛層59の表側に高密度状の薄膜59aを形成しつつ、ポーラスな肉盛層59の厚さが所定の厚さになるように寸法仕上げを行うことができる。



【0069】

VI アブレイシブ薄膜形成工程

前記V寸法仕上げ工程が終了した後に、第1電極保持部材39から圧粉体電極35を取り外して、第1電極保持部材39によってアブレイシブ堆積用電極37を保持する。次に、前記X軸サーボモータ、前記Y軸サーボモータの駆動によってテーブル25をX軸方向、Y軸方向（少なくともX軸方向）へ移動させることにより、ポーラスな肉盛層59がアブレイシブ堆積用電極37に対向するように動翼ベース57の位置決めを行う。そして、前記Z軸サーボモータの駆動によってアブレイシブ堆積用電極37を加工ヘッド33と一体的にZ軸方向へ移動させつつ、ポーラスな肉盛層59とアブレイシブ堆積用電極37との間にパルス状の放電を発生させる。これにより、図6（c）に示すように、放電エネルギーによって高密度状の薄膜59aにアブレイシブ堆積用電極37の電極材料を堆積させて、アブレイシブ性を有したアブレイシブ薄膜87を形成することができる。

【0070】

更に、動翼ベース57における翼根65以外の部分に対してアルミナイズ・コーティングのような耐酸化拡散処理を施すこともある。

【0071】

これで、タービン動翼55の製造が終了する。

【0072】

なお、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の製造方法による製造は、製造対象がタービン動翼55からタービン動翼67に変更されても、同様の工程を経て行われる。また、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の製造方法における一連の工程の中から、前記II薄膜形成工程、前記III薄膜変化工程、前記VIアブレイシブ薄膜形成工程の工程を省略することも可能である。

【0073】

以上の如き、本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の製造方法によれば、圧粉体電極35と動翼ベース57（又は69）の被処理部との間に放電を発生させることにより、肉盛溶接によることなく、ポーラスな肉盛層59を形成することができるため、余肉の除去処理が不要になって、タービン動翼55（又は67



) の製造に要する時間を短くして、作業能率が向上する。

【0074】

また、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーは動翼ベース 57 (又は 69) の被処理部の極めて小さい箇所に局所的に作用するため、動翼ベース 57 (又は 69) タービン動翼 1 (又は 9) が低い熱伝導率で延性の小さい材料により構成されてあっても、ポーラスな肉盛層 59 の形成後における急激な温度低下によって動翼ベース 57 (又は 69) の被処理部付近 (被処理部を含む) に熱収縮割れが生じることがほとんどなくなって、タービン動翼 55 (又は 67) の製造不良を抑制できる。

【0075】

更に、ポーラスな薄膜 83 と動翼ベース 57 (又は 67) の被処理部の母材は強固に結合するため (薄膜 83 を省略した場合におけるポーラスな肉盛層 59 (又は 71) と動翼ベース 57 (又は 67) の被処理部の母材は強固に結合するため)、ポーラスな薄膜 83 が変化した高密度状の薄膜 85、ポーラスな肉盛層 59 (又は 71) がタービン動翼 55 (又は 67) の被処理部から剥離し難くなって、タービン動翼 55 (又は 67) の品質を安定させることができる。

【0076】

また、放電エネルギーによって動翼ベース 57 (又は 69) の被処理部にポーラスな薄膜 83 を形成し、ポーラスな薄膜 83 を熔融して高密度状の薄膜 85 に変化させると共に、放電エネルギーによってポーラスな肉盛層 59 (又は 71) の表側を熔融除去して、ポーラスな肉盛層 59 の表側に高密度状の薄膜 51a を形成しているため、ポーラスな肉盛層 59 (又は 71) の表側及び裏側の通気性をなくして、タービン動翼 55 (又は 67) の耐酸化性を高めて、タービン動翼 55 (又は 67) の品質を向上させることができる。

【0077】

更に、放電エネルギーによってポーラスな肉盛層 59 (又は 71) の表側にアブレイシブ性を有したアブレイシブ薄膜 87 を形成しているため、タービン動翼 55 (又は 67) の耐摩耗性を高めて、タービン動翼 55 (又は 67) の品質を更に向上させることができる。

【0078】

また、タービン動翼 55（又は 67）を使用した場合に、タービン動翼 55（又は 67）の被処理部とアブレイシブ薄膜 87 との熱膨張差が生じて、ポラスな肉盛層 59（又は 71）によってアブレイシブ薄膜 87 の割れが抑制されると共に、仮にアブレイシブ薄膜 87 の割れが生じて、アブレイシブ薄膜 87 の割れがタービン動翼 55（又は 67）の被処理部にまで拡大することを防ぐことができる。

【0079】

なお、本発明は、前述の発明の実施の形態の説明に限るものではなく、例えば電気絶縁性のある加工液 L 中において放電させる代わりに、電気絶縁性のある気中で放電させる等、適宜の変更を行うことにより、その他種々の態様で実施可能である。

【0080】

【発明の効果】

請求項 1 に記載の発明によれば、前記堆積用電極と前記機械部品の被修理部との間に放電を発生させることにより、肉盛溶接によることなく、前記ポラスな肉盛層を形成することができるため、余肉の除去処理が不要になって、前記機械部品の被修理部の修理に要する時間を短くして、作業能率が向上する。

【0081】

また、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーは前記機械部品の被修理部の極めて小さい箇所に局所的に作用するため、前記機械部品が低い熱伝導率で延性の小さい材料により構成されている場合にあって、前記ポラスな肉盛層の形成後における急激な温度低下によって前記機械部品の被修理部付近（被修理部を含む）に熱収縮割れが生じることがほとんどなくなって、前記機械部品の修理不良を抑制できる。

【0082】

更に、前記ポラスな肉盛層と前記機械部品の被修理部の母材とは強固に結合するため、前記ポラスな肉盛層が前記機械部品の被修理部から剥離し難くなって、修理済みの前記機械部品の品質を安定させることができる。



【0083】

請求項 2 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明の効果の他に、放電エネルギーによって前記ポーラスな肉盛層の表側を熔融除去して、前記ポーラスな肉盛層の表側に高密度状の薄膜を形成しているため、前記ポーラスな肉盛層の表側の通気性をなくして、修理済みの前記機械部品の耐酸化性を高めて、修理済みの前記機械部品の品質を更に向上させることができる。

【0084】

請求項 3 に記載の発明によれば、請求項 1 又は請求項 2 に記載の発明の効果と同様の効果を奏する。

【0085】

請求項 4 に記載の発明によれば、請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれかの請求項に記載の発明の効果の他に、放電エネルギーによって前記機械部品の被修理部にポーラスな薄膜を形成し、前記ポーラスな薄膜を熔融して高密度状の薄膜に変化させているため、前記ポーラスな肉盛層の裏側の通気性をなくして、修理済みの前記機械部品の耐酸化性を高めて、修理済みの前記機械部品の品質を更に向上させることができる。

【0086】

また、修理済みの前記機械部品を使用した場合に、前記機械部品の被修理部と前記アブレイシブ薄膜との熱膨張差が生じて、前記ポーラスな肉盛層によって前記アブレイシブ薄膜の割れが抑制されると共に、仮に前記アブレイシブ薄膜の割れが生じて、前記アブレイシブ薄膜の割れが前記機械部品の被修理部にまで拡大することを防ぐことができる。

【0087】

請求項 5 に記載の発明によれば、請求項 1 から請求項 4 のうちのいずれかの請求項に記載の発明の効果の他に、放電エネルギーによって前記ポーラスな肉盛層の表側にアブレイシブ性を有したアブレイシブ薄膜を形成しているため、修理済みの前記機械部品の耐摩耗性を高めて、修理済みの前記機械部品の品質を更に向上させることができる。

【0088】

請求項 6 に記載の発明によれば、請求項 1 から請求項 5 のうちのいずれかの請求項に記載の発明の効果と同様の効果を奏する。

【0089】

請求項 7 に記載の発明によれば、前記堆積用電極と前記部品ベースの一部との間に放電を発生させることにより、肉盛溶接によることなく、前記ポーラスな肉盛層を形成することができるため、余肉の除去処理が不要になって、前記機械部品の製造に要する時間を短くして、作業能率が向上する。

【0090】

また、放電の際に生じる熱量は極めて小さく、放電エネルギーは前記機械部品の被処理部の極めて小さい箇所にも局所的に作用するため、前記機械部品が低い熱伝導率で延性の小さい材料により構成されている場合にあっても、前記ポーラスな肉盛層の形成後における急激な温度低下によって前記機械部品の被処理部付近（被処理部を含む）に熱収縮割れが生じることがほとんどなくなって、前記機械部品の製造不良を抑制できる。

【0091】

更に、前記ポーラスな肉盛層と前記機械部品の被処理部の母材とは強固に結合するため、前記ポーラスな肉盛層が前記機械部品の被処理部から剥離し難くなって、前記機械部品の品質を安定させることができる。

【0092】

請求項 8 に記載の発明によれば、請求項 7 に記載の発明の効果と同様の効果を奏する。

【0093】

請求項 9 に記載の発明によれば、請求項 7 又は請求項 8 に記載の発明の効果の他に、放電エネルギーによって前記ポーラスな肉盛層の表側を熔融除去して、前記ポーラスな肉盛層の表側に高密度状の薄膜を形成しているため、前記ポーラスな肉盛層の表側の通気性をなくして、前記機械部品の耐酸化性を高めて、前記機械部品の品質を更に向上させることができる。

【0094】

請求項 10 に記載の発明によれば、請求項 7 から請求項 9 のうちのいずれかの



請求項に記載の発明の効果の他に、放電エネルギーによって前記部品ベースの被修理部にポーラスな薄膜を形成し、前記ポーラスな薄膜を溶融して高密度状の薄膜に変化させているため、前記ポーラスな肉盛層の裏側の通気性をなくして、前記機械部品の耐酸化性を高めて、前記機械部品の品質を更に向上させることができる。

【0095】

請求項11に記載の発明によれば、請求項7から請求項10のうちのいずれかの請求項に記載の発明の効果の他に、放電エネルギーによって前記ポーラスな肉盛層の表側にアブレイシブ性を有したアブレイシブ薄膜を形成しているため、前記機械部品の耐摩耗性を高めて、前記機械部品の品質を更に向上させることができる。

【0096】

また、前記機械部品を使用した場合に、前記機械部品の被処理部と前記アブレイシブ薄膜との熱膨張差が生じても、前記ポーラスな肉盛層によって前記アブレイシブ薄膜の割れが抑制されると共に、仮に前記アブレイシブ薄膜の割れが生じても、前記アブレイシブ薄膜の割れが前記機械部品の被処理部にまで拡大することを防ぐことができる。

【0097】

請求項12に記載の発明によれば、請求項7から請求項11のうちのいずれかの請求項に記載の発明の効果と同様の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理方法を説明する図である。

【図2】

本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の修理方法を説明する図である。

【図3】

本発明の実施の形態に係わる放電加工機の模式図である。

【図4】

図4(a)は、修理対象としてのタービン動翼の側面図であって、図4(b)



は、修理対象としての別態様のタービン動翼の側面図である。

【図 5】

本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の製造方法を説明する図である。

【図 6】

本発明の実施の形態に係わるタービン動翼の製造方法を説明する図である。

【図 7】

図 7 (a) は、製造対象としてのタービン動翼の側面図であって、図 7 (b) は、製造対象としての別態様のタービン動翼の側面図である。

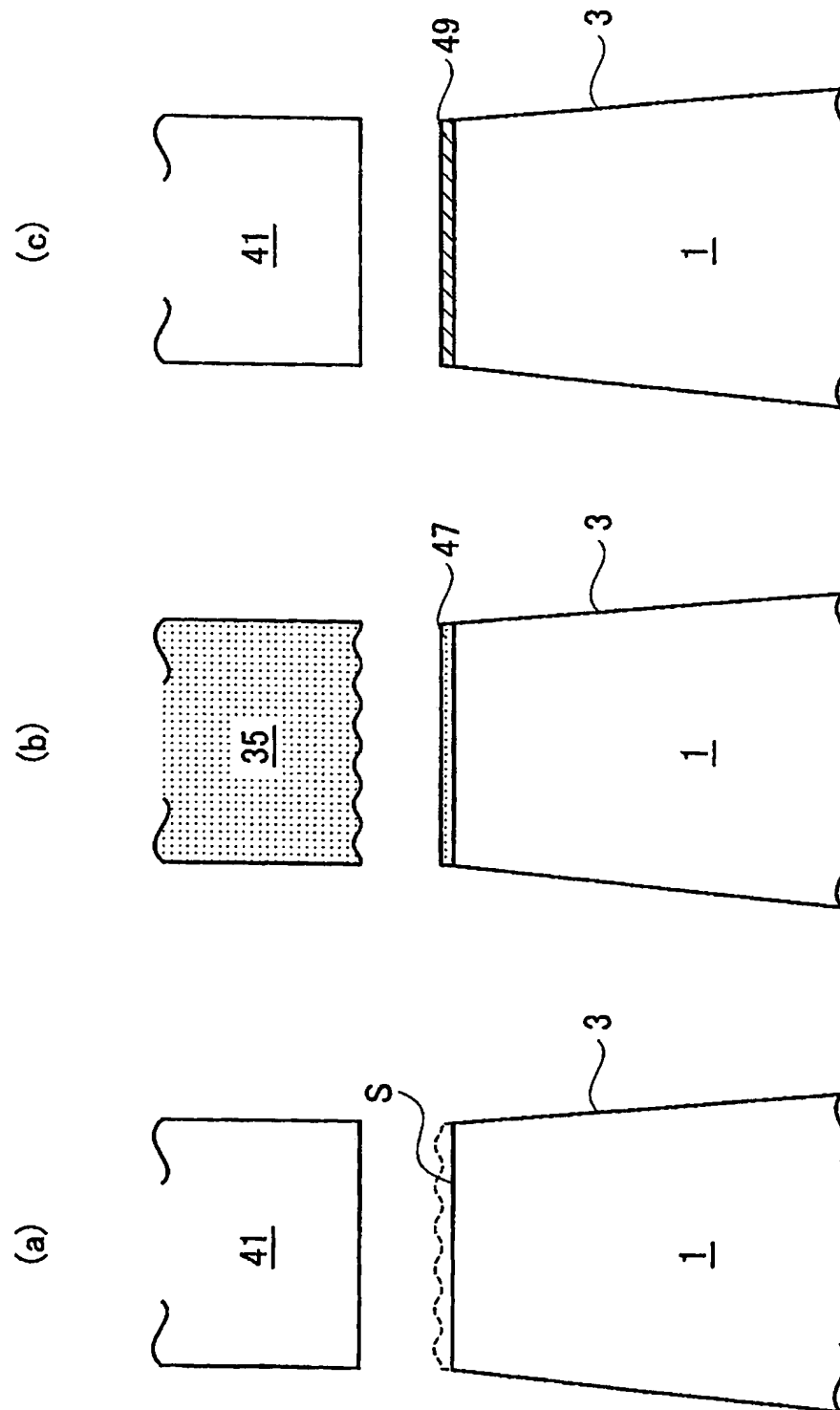
【符号の説明】

- 1 ファン動翼
- 3 翼
- 3 5 堆積用電極
- 3 7 アブレイシブ堆積用電極
- 4 1 加工用電極
- 4 7 ポーラスな薄膜
- 4 9 高密度状の薄膜
- 5 1 ポーラスな肉盛層
- 5 1 a 高密度状の薄膜
- 5 3 アブレイシブ薄膜
- 5 5 タービン動翼
- 5 7 動翼ベース
- 5 9 ポーラスな肉盛層
- 5 9 a 高密度状の薄膜
- 8 3 ポーラスな薄膜
- 8 5 高密度状の薄膜
- 8 9 アブレイシブ薄膜

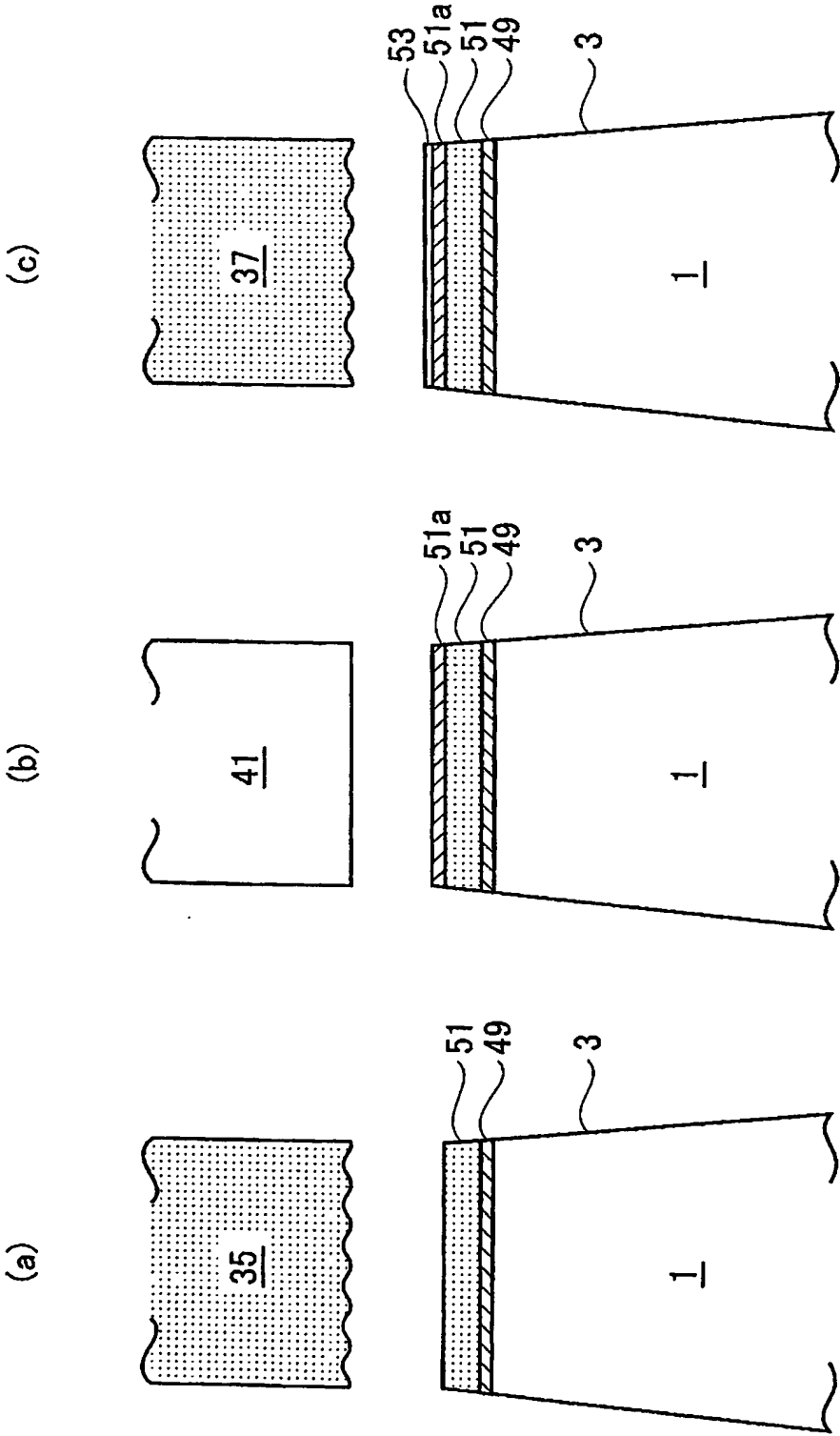
【書類名】

図面

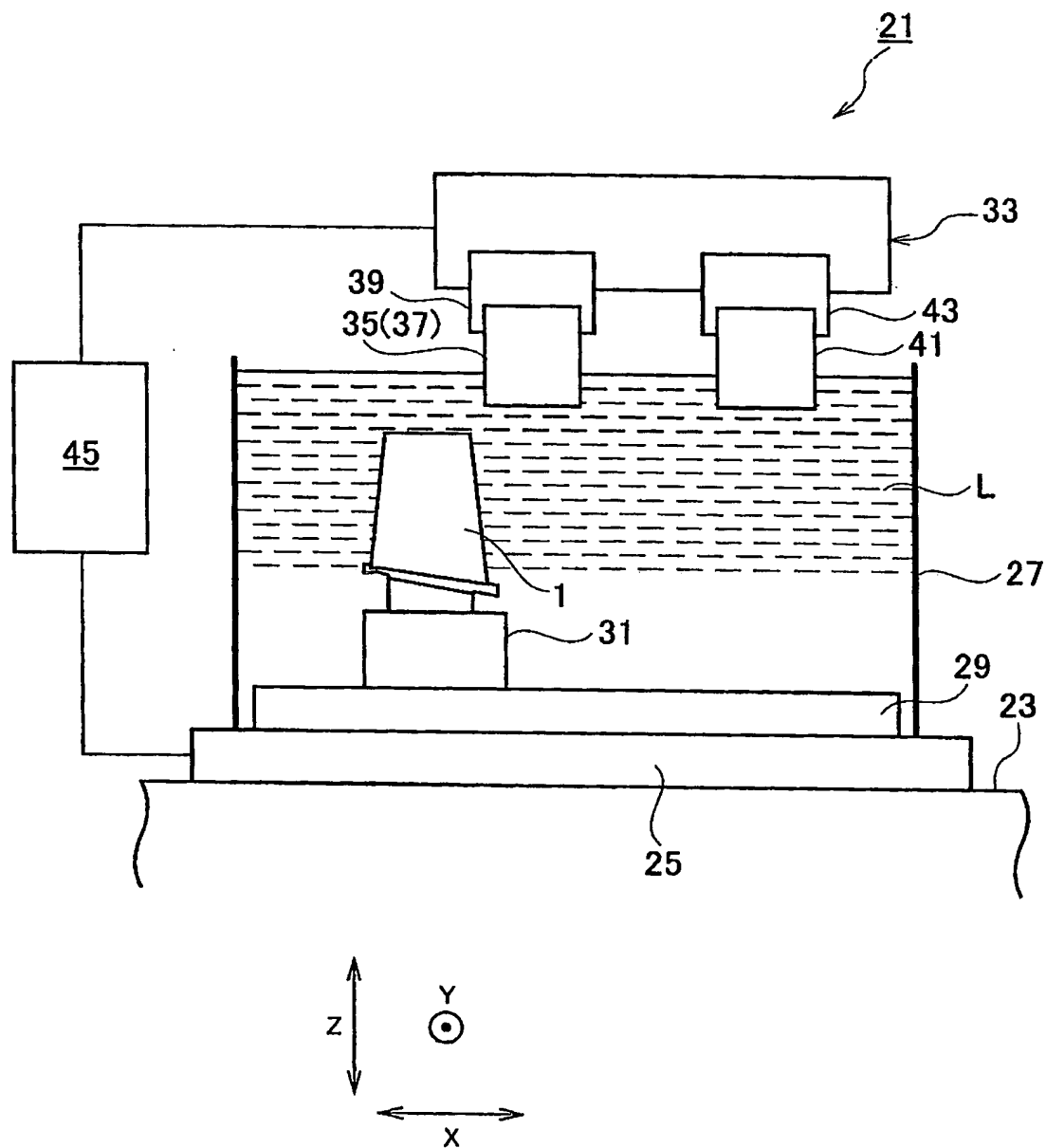
【図 1】



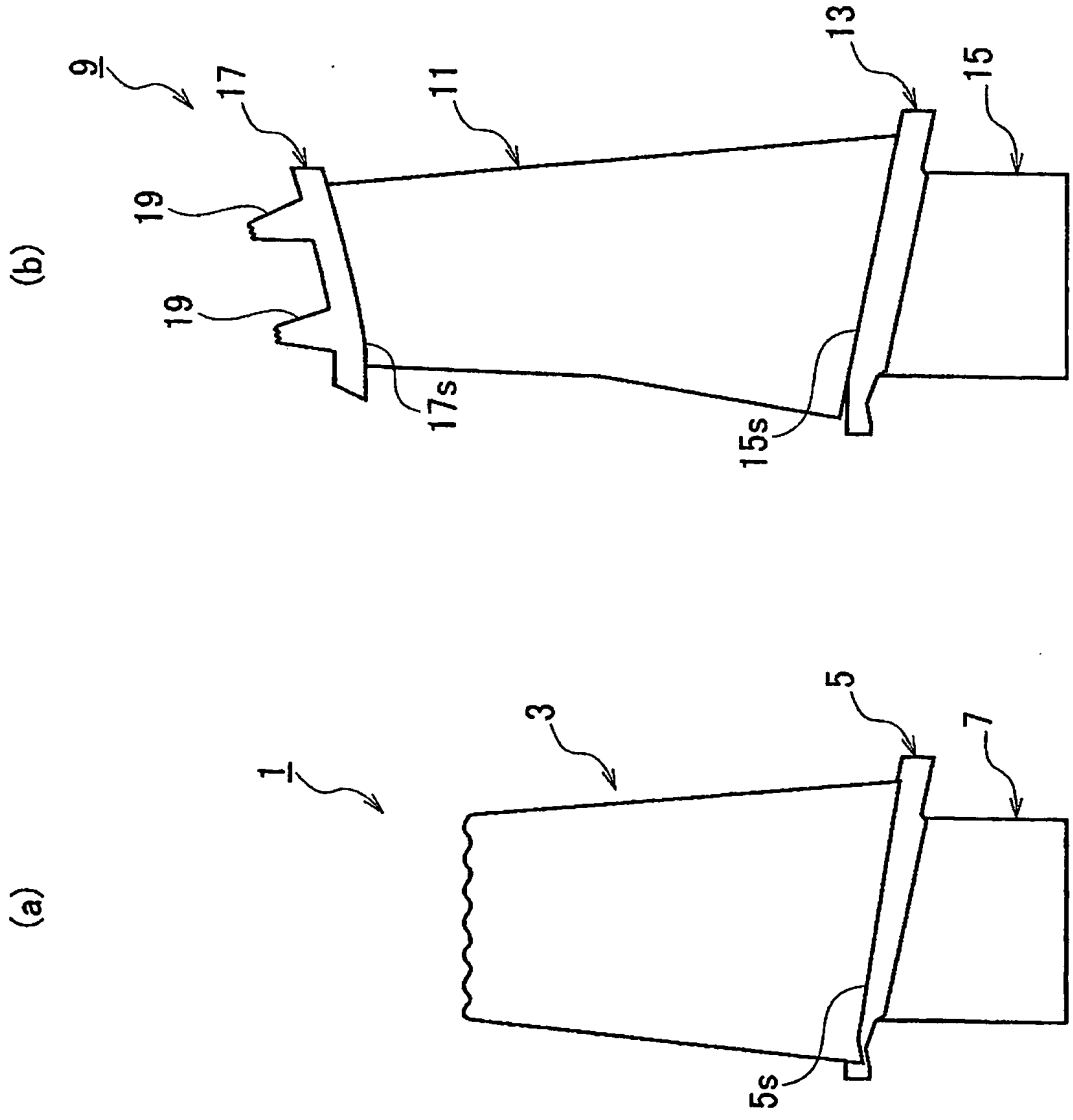
【図 2】



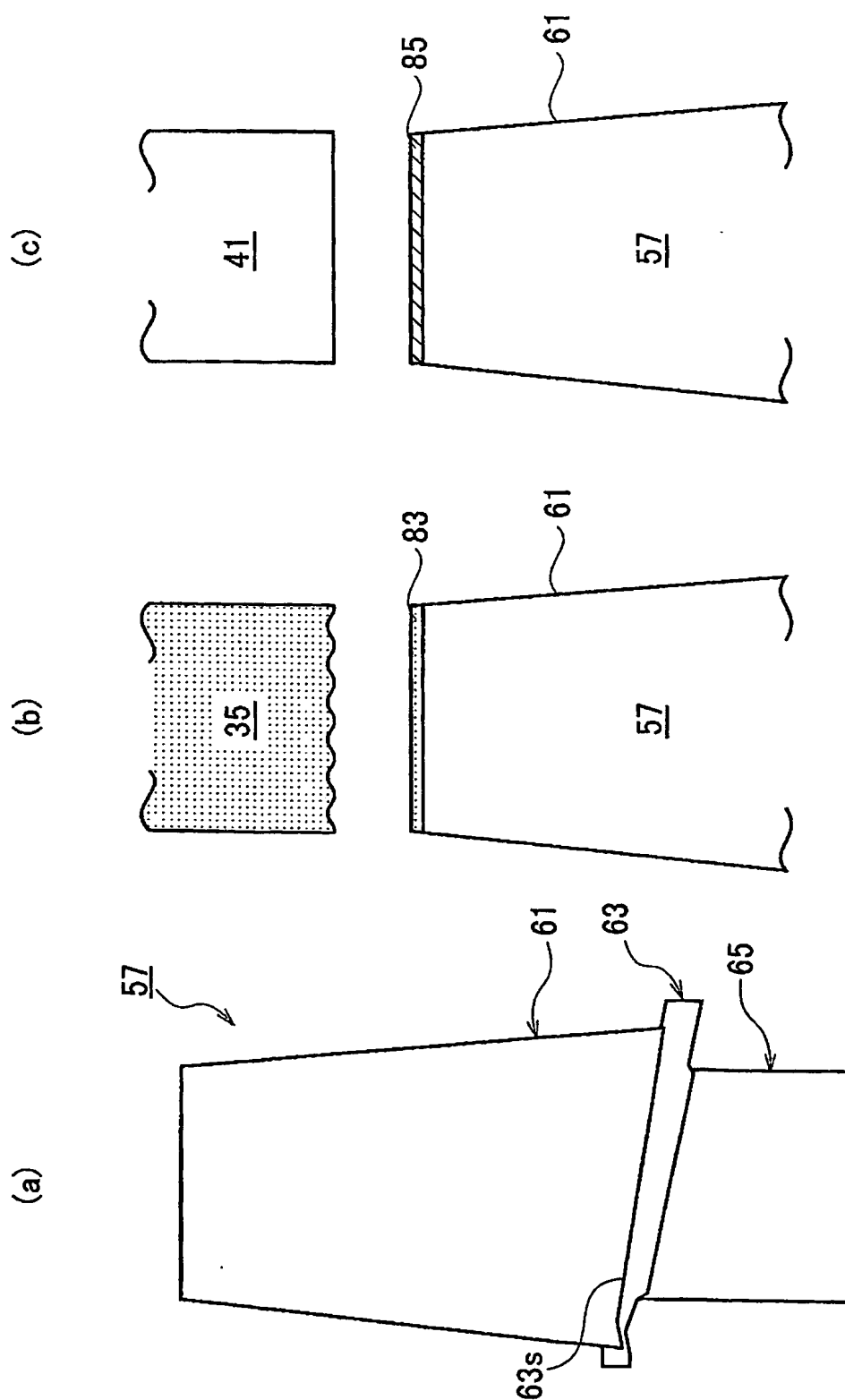
【図 3】



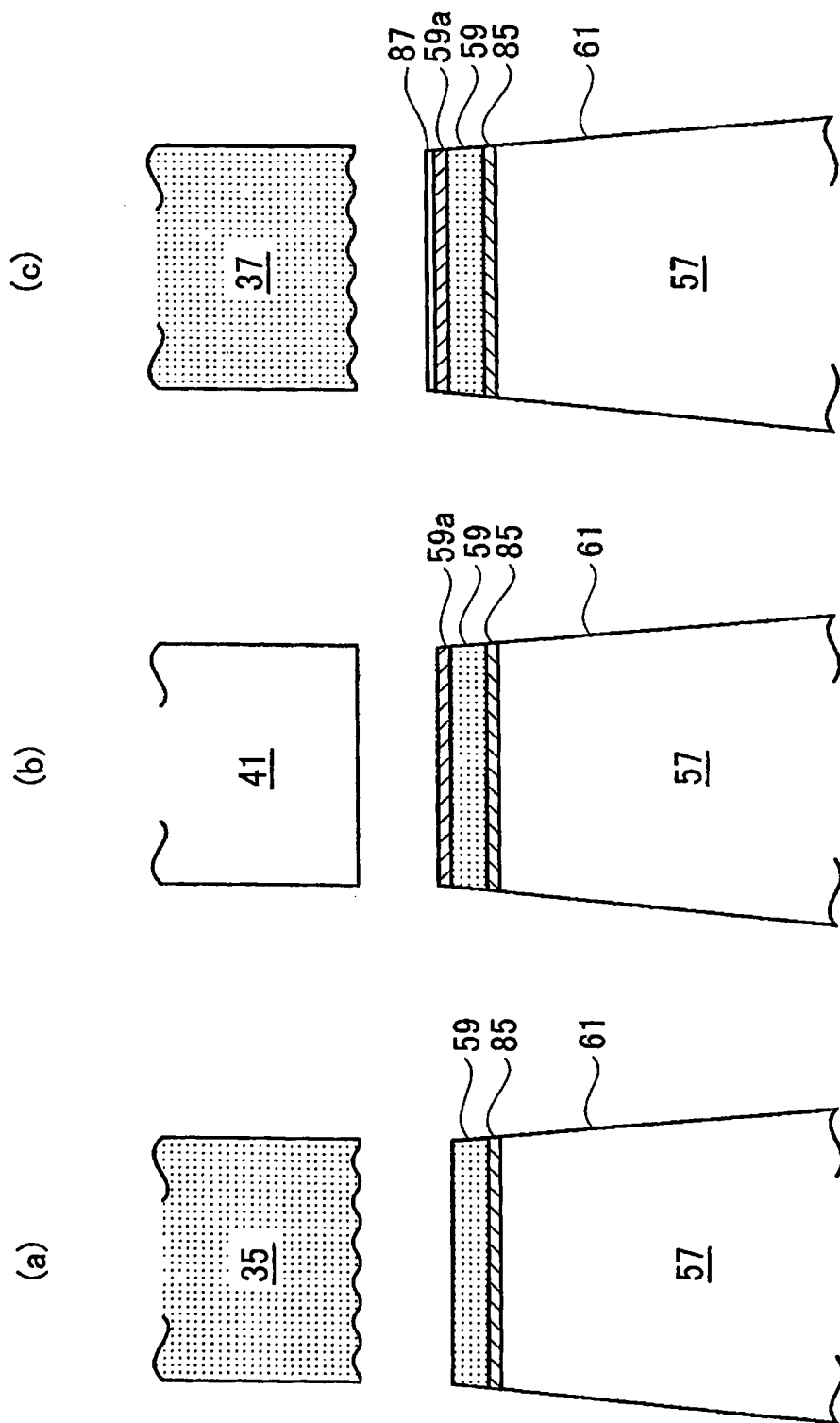
【図 4】



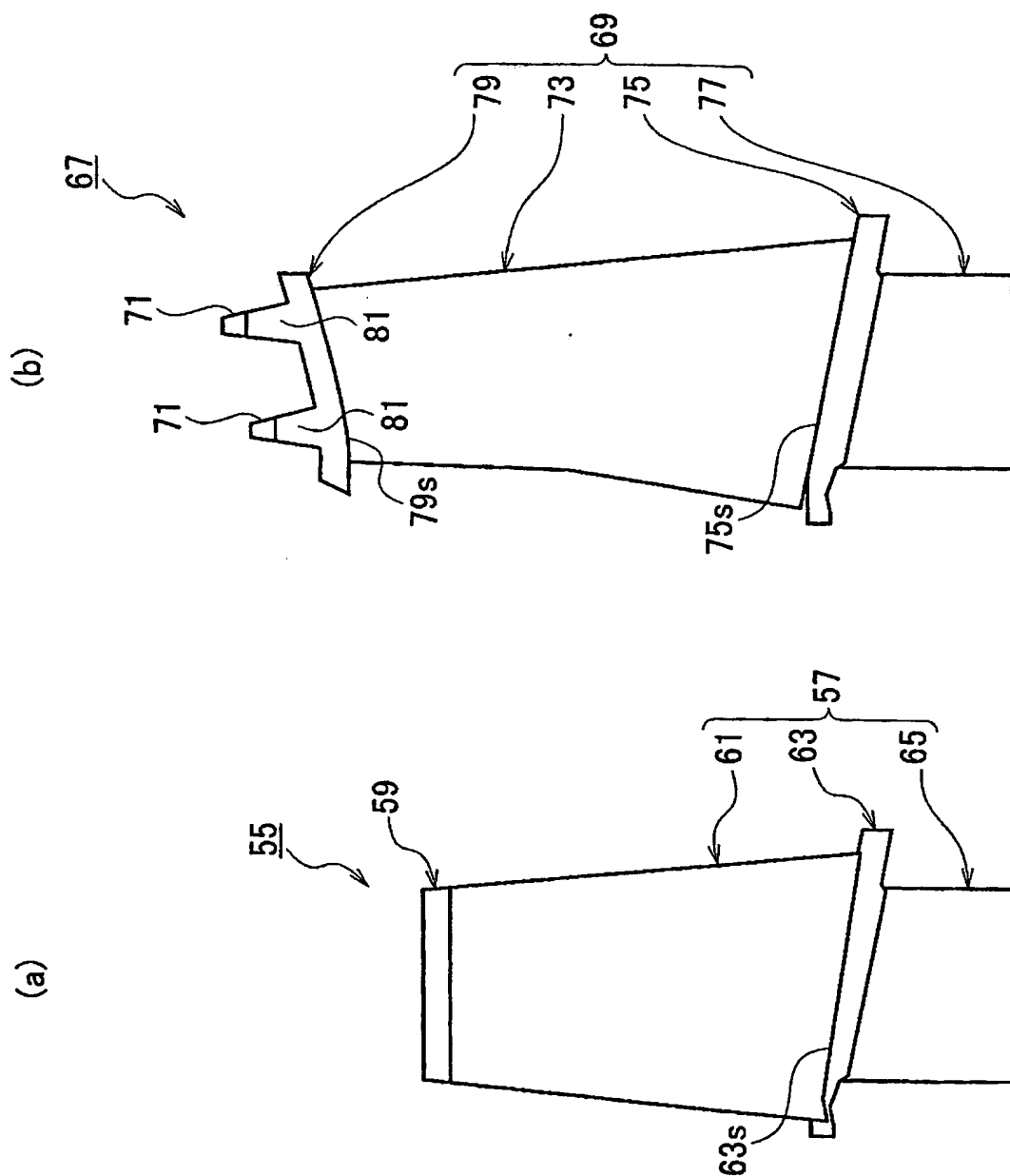
【図 5】



【図 6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 タービン動翼 1 の被修理部の修理に要する時間を短くする。

【解決手段】 機械部品 1 の被修理部に生じた欠陥を除去し、消耗性を有した圧粉体電極 35 を用いて、電気絶縁性のある液中又は気中において機械部品 1 の被修理部と圧粉体電極 35 との間にパルス状の放電を発生させることにより、放電エネルギーによって機械部品 1 の被修理部に圧粉体電極 35 の電極材料を堆積させて、ポーラスな肉盛層 51 を形成し、ポーラスな肉盛層 51 の厚さが所定の厚さになるように機械部品 1 の被修理部の寸法仕上げを行う。

【選択図】 図 1

特願 2003-167074

ページ： 1

出願人履歴情報

識別番号

[000000099]

1. 変更年月日

1990年 8月 7日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

氏 名

石川島播磨重工業株式会社

特願 2003-167074

ページ: 2/E

出願人履歴情報

識別番号

[000006013]

1. 変更年月日
[変更理由]

1990年 8月24日

新規登録

住所
氏名

東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
三菱電機株式会社